



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 197 29 739 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**A 61 M 16/22**  
A 61 M 16/10  
B 01 D 53/02

②① Aktenzeichen: 197 29 739.0  
②② Anmeldetag: 11. 7. 97  
④③ Offenlegungstag: 14. 1. 99

DE 197 29 739 A 1

⑦① Anmelder:  
Kriesmer, Thomas, 56626 Andernach, DE

⑦② Erfinder:  
Kriesmer, Thomas, 56626 Andernach, DE; Züchner,  
Klaus, Dr., 37073 Göttingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren zur Entfernung von CO<sub>2</sub> in Rückatemsystemen

DE 197 29 739 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur selektiven Entfernung von  $\text{CO}_2$  aus Rückatemsystemen mittels Molekularfiltermaterialien, die vor Gebrauch für die Anwendung in bestimmten Gasgemischen präkonditioniert und nach Gebrauch mittels eines Wiederaufbereitungsverfahrens für den erneuten Gebrauch aufbereitet werden.

In Rückatemsystemen bei medizinischen Geräten wird das, vom Patienten ausgeatmete, Gas, nach der Entfernung des patientenseits eingebrachten Kohlendioxids ( $\text{CO}_2$ ), dem Inspirationsgas des Patienten wieder zugeführt.

Zum einen wird dadurch die Atemgasklimatisierung durch die Zufuhr des Ausatemgases, welches vom Patienten erwärmt und befeuchtet wurde, verbessert. Zum zweiten lassen sich aber insbesondere beim Einsatz von volatilen Anesthetica diese effektiver nutzen bei einer Rückführung in das Inspirationsgas.

Die marktüblichen Rückatemsysteme erlauben meist eine Variation des Mischungsverhältnisses von Frischgas aus der Gasversorgungseinheit, vorzugsweise eines Anästhesie-Gasversorgungsgerätes, und des Rückatemgases aus dem Rückatemsystem. Je höher der Anteil des Rückatemgases am Inspirationsgemisch gewählt wird, desto stärker rücken die, durch den heute bekannten  $\text{CO}_2$  Entfernungsprozeß verursachten, Probleme in den Vordergrund.

Die Entfernung des  $\text{CO}_2$  wird heute fast ausschließlich mit Hydroxidgemischen der Alkali- und Erdalkali-Metalle durchgeführt.

Das heute bekannte Verfahren basiert auf der chemischen Bindung des  $\text{CO}_2$  Gases an das Hydroxid unter Bildung von Carbonat und Wasser, wobei thermische Energie freigesetzt wird.

Das jeweilige Hydroxid wird nur einmalig benutzt, da sich eine Wiederaufbereitung mit einem vertretbaren Aufwand nicht realisieren läßt. Nach Sättigung mit  $\text{CO}_2$  muß es verworfen werden.

Bei der Nutzung des vorgeschriebenen Verfahrens in der Praxis ergeben sich Probleme mit der erzeugten thermischen Energie, da die Abwärme punktuell zu erheblichen Temperaturspitzen im Absorbermaterial führt.

Gase, die dem Gas des Patienten zugemischt sind, und die im Rahmen der Rückatmung durch den  $\text{CO}_2$  Absorber hindurchgeführt werden, können bei Vorliegen einer thermischen Instabilität, was für die meisten, heute bekannten, volatilen Anesthetica gilt, hierdurch verändert werden.

Ein weiterer Nachteil des bekannten Verfahrens zur Bindung von  $\text{CO}_2$  in Rückatemsystemen mittels Hydroxidgemischen ist die Kanalbildung innerhalb des Absorbermaterials, verursacht durch die, bei der chemischen Reaktion entstehende, Abwärme. Das Material "verhackt" und erlaubt dem  $\text{CO}_2$ -haltigen Gas ein "Durchtunneln", so daß der Absorber in seiner Filterfunktion zum Teil umgangen wird, bevor das gesamte Absorbermaterial aufgebraucht ist.

Als weitere Nachteil des bekannten Verfahrens auf Basis von Hydroxidgemischen fällt insbesondere in der medizinischen Anwendung die unzureichende Biocompatibilität des Hydroxids ins Gewicht, da das Material beim Aufbringen auf Körperschleimhäute in Verbindung mit der dort üblicherweise vorherrschenden Feuchtigkeit zu Verätzungen führen kann.

Ein ebenfalls erheblicher Nachteil des heutigen Verfahrens liegt in der Tatsache begründet, daß die chemische Reaktion des Hydroxidgemisches mit  $\text{CO}_2$  einen Mindestgehalt an  $\text{H}_2\text{O}$  im Oxidmaterial voraussetzt. Wird dieser Mindestgehalt unterschritten, z. B. durch unsachgemäße Lagerung, kann es zur Bildung von Kohlenmonoxid kommen, was erhebliche Nebenwirkungen bei der Beatmung zur

Folge haben kann.

Die Anwendung von Molekularfiltermaterialien in der Chemie zur Filtration von Gasen ist als Verfahren bekannt und in mehreren Patentschriften dokumentiert. Bei der Anwendung von Molekularfiltermaterialien innerhalb von medizinischen Rückatemsystemen zur selektiven Entfernung von Kohlendioxid haftet aber dem Verfahren die hohe Sensitivität von Molekularfiltermaterialien gegenüber Wassermolekülen als Nachteil an, die insbesondere bei diesem Einsatz die Effektivität reduziert, da gerade der Erhalt der hohen Feuchte innerhalb des Rückatemsystems einer der Gründe für diese Applikation darstellen.

Weiterhin ist bekannt, daß andere Gase, die insbesondere bei medizinischen Rückatemsystemen in der Anästhesie eingesetzt werden, eine höhere Sensitivität zum Molekularfiltermaterial haben, als das zu entfernende  $\text{CO}_2$ . Das Filter sättigt sich zunächst mit den Anästhesiegasen auf und verursacht dadurch eine Verzögerung des Anflutungsverhaltens des gesamten Rückatemsystems, was für den Benutzer ungewohnt ist und ihm einen erhöhten Regel- und Kontrollaufwand bei der Gaszusammensetzung abverlangt.

Bekannte Verfahren zur Aufbereitung von Molekularfiltermaterialien in der Chemie benutzen Austauschgase zur Reconditionierung des Materials und Temperaturerhöhung des Gases zur Beschleunigung des Vorgangs. Die Handhabung eines solchen Aufbereitungsvorgangs innerhalb von medizinischen Rückatemsystemen ist aufgrund der konstruktiven Ausgestaltung bei den bekannten Rückatemsystemen nicht möglich, da Fremdgaseinspeisungen und Temperaturerhöhungen im System aus Sicherheitsgründen nicht machbar sind. Bei einer entsprechend ausgestalteten Lösung wäre der Umrüstungsaufwand zu hoch und die Handhabbarkeit des Systems für den normalen Klinikeinsatz mit heute üblichen Geräten nicht vertretbar.

## Aufgabenstellung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu entwickeln, welches es erlaubt, selektiv Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) aus einem Atem-Gasgemisch herauszufiltern, dabei andere Gase im Gasgemisch nicht in ihrer Struktur oder chemischen Eigenschaften zu verändern und das zum Herausfiltern des  $\text{CO}_2$  benutzte Filtermaterial nach Sättigung mit  $\text{CO}_2$  wiederaufzubereiten, um es erneut für den gleichen Einsatzzweck wiederverwenden zu können.

Das bedeutet im Einzelnen, daß bei diesem neuen Verfahren keine thermischen Effekte in vergleichbarer Größenordnung zum bekannten Verfahren auftreten dürfen, die Gase, die dem Gas des Patienten zugemischt sind, und im Rahmen der Rückatmung durch den  $\text{CO}_2$  Absorber hindurchgeführt werden, bei Vorliegen einer thermischen Instabilität, hierdurch in ihrer Integrität beeinträchtigen.

Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zu Grunde, das Filtermaterial so auszulegen oder zu behandeln, daß der Benutzer des heute bekannten Verfahrens mit Hydroxiden beim Einsatz des neuen Verfahrens keine nennenswerten Unterschiede in der Dynamik und im Anflutungsverhalten des Filters feststellt.

Der Erfindung liegt auch die Aufgabe zu Grunde, beim selektiven Filtrationsprozeß gezielt nur das  $\text{CO}_2$  zu entfernen und dabei sich gegenüber allen anderen Gasen im Atemgasgemisch, vorzugsweise gegenüber den Anästhesiegasen, inert zu verhalten. Weiterhin soll die geringste Bildung von Kohlenmonoxid bei der Anwendung vermieden werden.

Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, mit einem Filtermaterial zu arbeiten, dessen biologische Verträglichkeit dem Einsatzzweck in der Medizin entspricht.

Weiterhin soll bei dem neuen Verfahren die Wiederaufbe-

reinigung des Filtermaterials mit einfachen, und im Anwendungsbereich der Geräte mit Rückatemsystemen üblichen Materialien, insbesondere Gasen, durchgeführt werden können.

Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, das Absorbermaterial in die bekannten Rückatemsysteme derart einzubringen, daß eine Wiederaufbereitung einfach machbar und, unter den Bedingungen eines Routine-Klinik-Betriebes, dem Personal zumutbar ist.

Im Rahmen dieser Aufgabe soll auch eine Lösung realisiert werden, die es erlaubt, einen kontinuierlichen Betrieb des Filters mit einer automatisierten Wiederaufbereitung in neu zu konzipierenden Rückatemsystemen aufrecht zu erhalten.

### Lösung

Das nachfolgend beschriebene Verfahren zur Entfernung von Kohlendioxid aus Rückatemsystemen arbeitet mit der Technik der Molekularfiltration und setzt hierbei Molekularsiebe mit einer für die Adsorption von  $\text{CO}_2$  optimierten Siebgröße ein.

Der Einsatz von Molekularsieben als Filter löst zum einen die Aufgabe, beim Entfernungsvorgang keine nennenswerten, thermischen Effekte aufkommen zu lassen, da bei der Filtration mit Molekularfiltern keine chemische Reaktion in der, beim heutigen Verfahren bekannten, Weise stattfindet, sondern die zu filtrierenden Moleküle, ohne Änderung ihrer Zusammensetzung oder Eigenschaft, innerhalb des Materials "festgehalten" werden.

Weiterhin bietet die Verwendung von Molekularfiltermaterialien die Gewähr, keine chemische Reaktion mit anderen, im Rückatemsystem verwendeten, Gasen aufzuweisen. Die Inertität macht Molekularfiltermaterialien auch biocompatibel.

Die Wiederaufbereitung von Molekularfiltermaterialien ist prinzipiell mit einfachen Mitteln möglich durch Verwendung eines sogenannten Austauschgases.

Das Filtrationsverfahren mit Molekularfiltern verhindert den, beim heutigen Verfahren bekannten, Tunneleffekt, da keine Abwärme entsteht, die das Material "verbacken" kann.

Um diese Molekularfiltermaterialien innerhalb eines Rückatemsystems bei der hohen Feuchte einsetzen zu können, ohne dadurch erhebliche Effektivitätsverluste zu erhalten, wird dem zu filternden Rückatengas vor Filtration die Feuchtigkeit entzogen und bei der anschließenden Einatmung wieder zugesetzt, indem ein Wärme- und Feuchtigkeitstauscher am Tubusanschluß des Patienten eingeschaltet wird.

Das Anflutungsverhalten und die Dynamik des Molekularfilters werden durch ein Präkonditionieren auf das verwendete Hilfsgas, z. B.  $\text{N}_2\text{O}$  oder Xenon, so verändert, daß sie dem Verhalten des heute gebräuchlichen Verfahrens mit Hydroxiden entsprechen.

Der Wiederaufbereitungsvorgang wird dadurch für den Routinebetrieb vereinfacht, daß mit dem Molekularfiltermaterial vorgefüllte Gefäße in, zu den gängigsten Rückatemsystemen kompatiblen, Bauformen verwendet werden, die sich leicht dem Rückatemsystem entnehmen und in ein, zur Bauform passendes, Aufbereitungsgerät einführen lassen, wo sie, automatisiert wiederaufbereitet und für das angewählte Hilfsgas präkonditioniert, für die erneute Verwendung wieder entnommen und in das Rückatemsystem wieder eingeführt werden.

Der Wiederaufbereitungsvorgang wird vorzugsweise mit Stickstoff aus medizinischer Druckluft als Austauschgas unter Zuhilfenahme einer Temperaturerhöhung durchgeführt.

Wird das Filter in einem Rückatemsystem mit Gasmischungen aus Stickstoff und Sauerstoff eingesetzt, ist eine Präkonditionierung auf Stickstoff bereits mit dem Abschluß des Wiederaufbereitungsvorgangs geschehen.

Soll der Filter in einem Rückatemsystem eingesetzt werden, das mit einer Mischung aus Anästhesiegasen, wie  $\text{N}_2\text{O}$  oder Xenon, und Sauerstoff arbeitet, so wird das Filter nach Abschluß des Wiederaufbereitungsvorgangs mit dem entsprechenden Anästhesiegas präkonditioniert und im Aufbereitungsgerät bis zum Einsatz im Rückatemsystem dicht gelagert.

Bei neu zu konzipierenden Rückatemsystemen wird eine Lösung verwendet, bei der zwei gleichartige Filter eingesetzt werden, von denen sich einer in Betrieb und der andere in Reserve befindet.

Durch Überwachung des  $\text{CO}_2$  Wertes am Ausgang des aktiven Filters kann dessen Erschöpfung erkannt, der erschöpfte Filter außer Betrieb gesetzt und der Reserve Filter in Betrieb genommen werden. Dies kann sowohl manuell durch den, einen  $\text{CO}_2$  Atemgasmonitor einsetzenden, Benutzer erfolgen, als auch automatisch durch Verbindung des  $\text{CO}_2$  Sensors mit einer Steuerlogik.

Auf den jeweils außer Betrieb genommene Filter wird das oben beschriebene Wiederaufbereitungs- und Präkonditionierungsverfahren, mit dem entsprechenden Hilfsgas, angewendet.

Nach Abschluß des Vorgangs verbleibt der aufbereitete Filter in Reservefunktion, bis der nun aktive Filter erschöpft ist. Der Vorgang wiederholt sich nun wechselweise.

Bei dieser Lösung wird ein kontinuierlicher Betrieb des Filters ermöglicht. Der Filter muß zur Aufbereitung dem Rückatemsystem nicht mehr entnommen werden und kann von daher auch konstruktiv in das Gerät und/oder in das Rückatemsystem integriert ausgelegt werden.

Die Lösung wird im Einzelnen wie folgt beschrieben: In Fig. 1 ist die vereinfachte Prinzip-Funktionszeichnung der heute üblicherweise benutzten Rückatemsysteme dargestellt.

Der Einsatz von Molekularfiltermaterialien als  $\text{CO}_2$  Absorber 9 innerhalb eines Rückatemsystems wird grundsätzlich ermöglicht durch die Benutzung eines Wärme- und Feuchtigkeitstauschers 5, der vorzugsweise zwischen Y-Stück 4 des Rückatemsystems und Patiententubus 6 plaziert ist. Hierbei wird die, vom Patienten bei der Ausatmung dem Gas beigefügte Feuchte und Wärme vor Eintritt in die Ausatemgasleitung des Schlauchsystems 3 dem Gas entzogen und gespeichert. Das trockene und kühlere Gas tritt, gesteuert durch das Ausatemventil 7 in den Reservoirbehälter 8 und den  $\text{CO}_2$  Absorber 9 ein. Dort wird das  $\text{CO}_2$  entfernt. Das nun zur Rückatmung taugliche Gas wird mit Frischgas aus dem Anschluß 10 vermischt, unter Beachtung einer Drucklimitierung durch das Überdruckventil 1, über das Einatemventil 2 dem Y-Stück 4 wieder zugeführt. Im Wärme- und Feuchtigkeitstauscher 5 wird das Gas vor dem Eintritt in die Atemwege des Patienten wieder mit der bei der Ausatmung entzogenen Wärme und Feuchte angereichert.

Das Molekularfiltermaterial befindet sich in einem sogenannten Absorbergefäß, das durch die verschiedenen, auf dem Markt befindlichen Rückatemsysteme in seiner Form vorgegeben ist. Fig. 2 zeigt Beispiele solcher Absorbergefäße.

Die Aufbauart a) weist einen zylindrischen Körper mit eingelassenen, stirnseitigen Ein- und Ausgängen auf. Bei der Aufbauart b) ist der zylindrische Körper mit stirnseitigen Konusverbindungen versehen. Bei der Aufbauart c) befinden sich Ein- und Ausgang auf einer Seite des Zylinders in einer konzentrischen Anordnung. Bei Aufbauart d) befin-

det sich das Material in einem Quader mit aufgesetzten Anschlüssen.

Die beschriebenen Gefäße sind aus dem jeweiligen Rückatemsystem leicht entnehmbar und aus temperaturresistentem Material gefertigt. Das Molekularfiltermaterial ist im Gefäß eingeschlossen. Das Gefäß wird zur Aufbereitung entnommen und in ein, dafür vorgesehenes, Wiederaufbereitungsgerät eingesetzt.

Der Wiederaufbereitungsvorgang, dargestellt in Fig. 3, wird an dem CO<sub>2</sub> Absorber 9 dargestellt vorgenommen, daß Druckluft 11 über einen Filter 12 und eine Drossel 13 über ein Ventil 14 und ein weiteres Ventil 15 einer Heizung 16 zugeführt wird, in der das Gas temperiert wird, vorzugsweise auf Temperaturen, bei denen übliche, in Rückatemsystemen vorkommende, Keime abgetötet werden. Von dort gelangt das Gas in den CO<sub>2</sub> Absorber 9, wo es das gespeicherte CO<sub>2</sub> aus dem Filter auslöst und an einen Mischer 17 führt, an dem Druckluft 11, die über den Filter 12 und das Ventil 19 sowie eine Drossel 18 aufbereitet wird, zu dem austretenden, heißen Gas zugemischt wird, um die Temperatur des Gases wieder abzusinken, damit das Mischgas über das Ventil 20 dem Abgasausgang 21 zugeführt werden kann.

Nach Abschluß der Zeit, die zur vollständigen Auslösung des CO<sub>2</sub> durch N<sub>2</sub> im Filter benötigt wird, werden über die Steuerung 22 die Ventile 15, 19 und 20 verschlossen, die Heizung 16 abgeschaltet und somit der Wiederaufbereitungsvorgang abgeschlossen. Der CO<sub>2</sub> Absorber 9 kann jetzt dem Wiederaufbereitungsgerät entnommen und in das Rückatemsystem erneut eingebracht werden.

Wird das Molekularfilter in einem Rückatemsystem eingesetzt, bei dem auch gasförmige Anästhesiegase, vorzugsweise Distickstoffoxydul (N<sub>2</sub>O) oder Xenon, eingesetzt werden, so wird nach Beendigung des Wiederaufbereitungsvorganges das Ventil 14 auf das entsprechende Anästhesiegas, hier Hilfsgas 23 genannt, aufgeschaltet. Über das Filter 24 und die Drossel 25 wird das Hilfsgas über das Ventil 15 dem Absorbergefäß 9 zugeleitet und durch das Ventil 20 zum Ausgang 21 entlastet.

Nach einer Zeit, die das Material zur Aufsättigung mit dem Hilfsgas 23 benötigt, werden wiederum alle Ventile geschlossen. Das Filter kann, präkonditioniert auf das jeweils verwendete Hilfsgas, nun innerhalb des Rückatemsystems eingesetzt werden. Innerhalb der Aufbereitungseinheit kann es aber auch, präkonditioniert, beliebig lange gelagert bleiben, da der Verschluß durch die Abschaltung der Ventile 15, 17 und 20 dicht ist.

Bei neu zu konzipierenden Rückatemsystemen wird der in Fig. 1 dargestellte CO<sub>2</sub> Absorber 9 durch ein System aus zwei Filtereinheiten und dazugehörigen Ventilen, wie in Fig. 4 dargestellt, ersetzt, so daß sich die gesamte Einheit im Rückatemsystem wie ein CO<sub>2</sub> Absorber 9 der Fig. 1 verhält.

Das in Fig. 4 dargestellte System aus zwei Filtern verhält sich aber gleichzeitig auch, wie der CO<sub>2</sub> Absorber 9 im Wiederaufbereitungssystem, gemäß Fig. 3.

Zur Beschreibung der Fig. 4 sei vorausgesetzt, daß sich Absorber 30 in Betriebs- und Absorber 31 in Reservestellung befinden.

Über den Eingang vom Rückatemsystem 26 und das Ventil 28 gelangt das Rückatengas an den Absorber 30, wo gemäß der oben beschriebenen Filterfunktion das CO<sub>2</sub> entfernt wird.

Das Rückatengas gelangt nun über das Ventil 32 an den CO<sub>2</sub> Sensor 34, an dem der CO<sub>2</sub> Gehalt nach-Filter gemessen wird. Über den Ausgang zum Rückatemsystem 27 gelangt das Rückatengas ins Kreissystem, gemäß Fig. 1, zurück.

Während dieser Zeit trennen die Ventile 28 und 32 den Absorber 30 vom Wiederaufbereitungssystem.

Über den Eingang vom Wiederaufbereitungssystem 36, das Ventil 29, das Ventil 33 und den Ausgang zum Wiederaufbereitungssystem 37 ist der Absorber 31 mit dem Wiederaufbereitungssystem, gemäß Fig. 3, verbunden.

Während dieser Zeit haben die Ventile 29 und 33 den Absorber 31 vom Rückatemsystem getrennt.

Der Absorber 31 durchläuft das, oben beschriebene, Wiederaufbereitungsverfahren mit der, auf das verwendete Anästhesiegas abgestimmten, Präkonditionierung und verbleibt danach als "gereinigtes" CO<sub>2</sub> Filter im präkonditionierten Zustand in Reservestellung.

Stellt die Steuerlogik 35 einen festgelegten CO<sub>2</sub> Wert nach-Filter anhand des CO<sub>2</sub> Sensor 34 fest, dann impliziert dies eine Erschöpfung der Filterfunktion des Absorbers 30. Die Ventile 28 und 32 werden nun umgeschaltet, um den Absorber 30 vom Rückatemsystem Eingang 26 und Ausgang 27 zu trennen und mit dem Wiederaufbereitungssystem Eingang 36 und Ausgang 37 zu verbinden.

Gleichzeitig werden die Ventile 29 und 33 umgeschaltet, um den, für den Einsatz vorbereiteten, Absorber 31 mit dem Rückatemsystem über Eingang 26 und Ausgang 27 zu verbinden und vom Wiederaufbereitungssystem Eingang 36 und Ausgang 37 zu trennen.

Der Absorber 31 übernimmt jetzt die Filterfunktion im Betrieb und wird mittels CO<sub>2</sub> Sensor 34 und Steuerlogik 35 auf Sättigung mit CO<sub>2</sub> überwacht, während Absorber 30 in der Zwischenzeit mittels des Wiederaufbereitungssystems das CO<sub>2</sub> entfernt bekommt und für den erneuten Einsatz vorbereitet wird.

Stellt die Steuerlogik 35 einen festgelegten CO<sub>2</sub> Wert nach-Filter anhand des CO<sub>2</sub> Sensors 34 fest, so wiederholt sich der oben beschriebene Vorgang wieder wechselseitig.

#### Legende zu Fig. 1, 2 und 3

##### Fig. 1 Rückatemsystem

- 1 Überdruckventil
- 2 Einatemventil
- 3 Schlauchsystem
- 4 Y-Stück
- 5 Wärme- und Feuchtigkeitstauscher
- 6 Tubus
- 7 Ausatemventil
- 8 Reservoir/Beatmungsbeutel
- 9 CO<sub>2</sub> Absorber
- 10 Fischgaseingang

##### Fig. 2 CO<sub>2</sub> Absorberbehälter

- a) Zylinder mit stirnseits flachem Anschluß
- b) Zylinder mit stirnseits konischem Anschluß
- c) Zylinder mit einseitig, konzentrischem Anschluß
- d) Quader mit Konus Anschluß

##### Fig. 3 Wiederaufbereitungseinheit

- 11 Druckluft-Eingang
- 12 Druckluft-Filter
- 13 Druckluft-Drossel I.
- 14 Magnetventil
- 15 Magnetventil
- 16 Heizung
- 17 Mischer
- 18 Druckluft-Drossel II.
- 19 Magnetventil
- 20 Magnetventil
- 21 Gasausgang
- 22 Steuergerät
- 23 Hilfsgas-Eingang
- 24 Hilfsgas-Filter

25 Hilfgas-Drossel

Legende zu Fig. 4

Fig. 4 Anordnung für kontinuierlichen Betrieb

- 26 Eingang vom Rückatemsystem
- 27 Ausgang zum Rückatemsystem
- 28 Ventil
- 29 Ventil
- 30 CO<sub>2</sub> Absorber I
- 31 CO<sub>2</sub> Absorber II
- 32 Ventil
- 33 Ventil
- 34 CO<sub>2</sub> Sensor
- 35 Steuerlogik
- 36 Eingang vom Wiederaufbereitungssystem
- 37 Ausgang zum Wiederaufbereitungssystem

## Patentansprüche

1. Verfahren zur selektiven Entfernung von CO<sub>2</sub> aus Rückatemsystemen mittels Molekularsieben, die vor Gebrauch für die Anwendung in bestimmten Gasgemischen präkonditioniert und nach Gebrauch mittels eines Konditionierungsverfahrens für den erneuten Gebrauch aufbereitet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß:  
dem rückgeatmeten Gas die Feuchtigkeit mittels eines Feuchtigkeitstauschers, vorzugsweise patientennah im Ein- und Ausatemzweig angeordnet, vor Eintritt in den CO<sub>2</sub> Absorber, entzogen und dem einzuatmenden Gas nachträglich wieder zugeführt wird.
2. Das Molekularfiltermaterial in einem, den bekannten Rückatemsystemen leicht entnehmbaren, temperaturresistenten, Gefäß eingeschlossen, gelagert, konditioniert und benutzt wird.
3. Der CO<sub>2</sub> Absorber zur Wiederaufbereitung den bekannten Rückatemsystemen entnommen und in ein, zur Gefäßform passendes, Gerät zur Wiederaufbereitung eingeführt wird.
4. Zur Wiederaufbereitung des Molekularfiltermaterials das ausgefilterte CO<sub>2</sub> durch ein Austauschgas, vorzugsweise Stickstoff aus Luft, ersetzt wird.
5. Zur Beschleunigung des Wiederaufbereitungsvorganges des Molekularfilters das Austauschgas vor Eintritt in das Absorbergefäß erhitzt wird.
6. Zur Beschleunigung des Wiederaufbereitungsvorganges des Molekularfilters das Filtermaterial und/oder das Absorbergefäß erhitzt wird.
7. Die Temperatur und Einwirkungszeit beim Wiederaufbereitungsvorgang so gewählt wird, daß die Temperatur innerhalb des Molekularfilters der entspricht, bei der eine Keimreduktion oder Desinfektion des kontaminierten Materials stattfindet, vorzugsweise > 150°C.
8. Die Temperatur des Abgases am Ausgang des CO<sub>2</sub> Absorbers beim Wiederaufbereitungsvorgang durch Zumischen kälteren Gases, vorzugsweise Austauschgas, abgesenkt wird, vorzugsweise auf Temperaturen unter 80°C.
9. Nach erfolgtem Wiederaufbereitungsvorgang das Molekularfiltermaterial durch Aufsättigen mit dem, im entsprechenden Rückatemsystem benutzten, Anästhesiegas, vorzugsweise Distickstoffoxydul oder Xenon, präkonditioniert wird.
10. Nach erfolgtem Wiederaufbereitungsvorgang das Molekularfiltermaterial durch Aufsättigen mit, im entsprechenden Rückatemsystem benutzten, Anästhesiegasgemischen präkonditioniert wird.

11. Nach erfolgtem Präkonditionieren der CO<sub>2</sub> Absorber innerhalb des Gerätes zur Wiederaufbereitung durch Verschluß des Ein- und Ausgangs des Absorbergefäßes beliebig lange gelagert werden kann.

12. Bei Anwendungen mit im Rückatemsystem oder Anästhesiegerät konstruktiv integrierten, CO<sub>2</sub> Absorbern mindestens zwei dieser Filter eingesetzt werden, von denen wechselweise jeweils einer funktionell in das Rückatemsystem geschaltet ist, während gleichzeitig der jeweils zweite an das Wiederaufbereitungssystem angeschlossen ist.

13. Die Umschaltung zwischen den beiden Filtern durch Ventile dergestalt erfolgt, daß das Rückatem- und das Wiederaufbereitungssystem voneinander getrennt sind.

14. Die Umschaltung zwischen den beiden Filtern automatisch durch Messen des Filterdurchbruches des jeweils aktiven Filters mittels eines CO<sub>2</sub> Monitors erfolgt.

15. Die Umschaltung zwischen den beiden Filtern manuell erfolgt.

16. Die beiden Filter thermisch voneinander isoliert eingesetzt sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

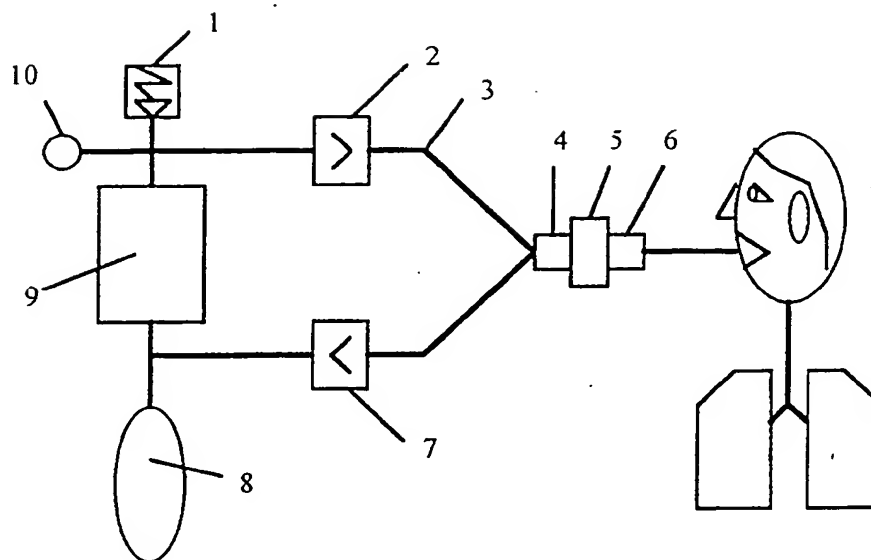


Fig. 1

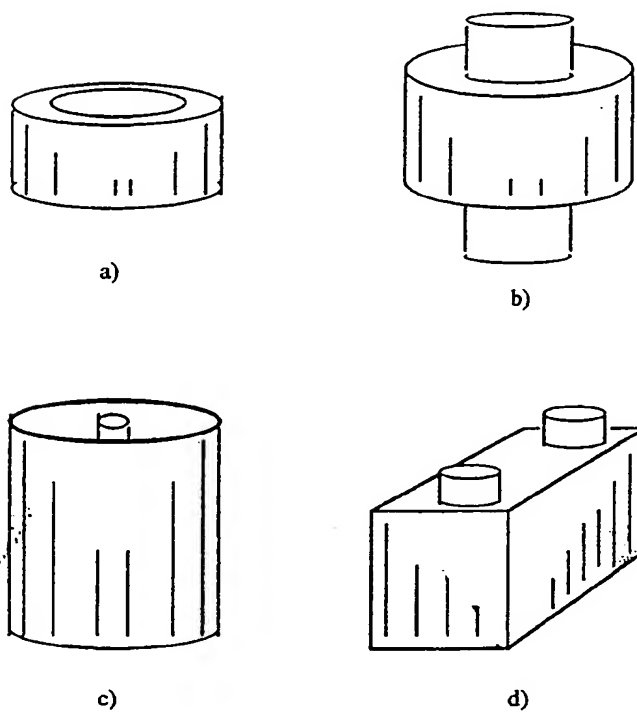


Fig. 2

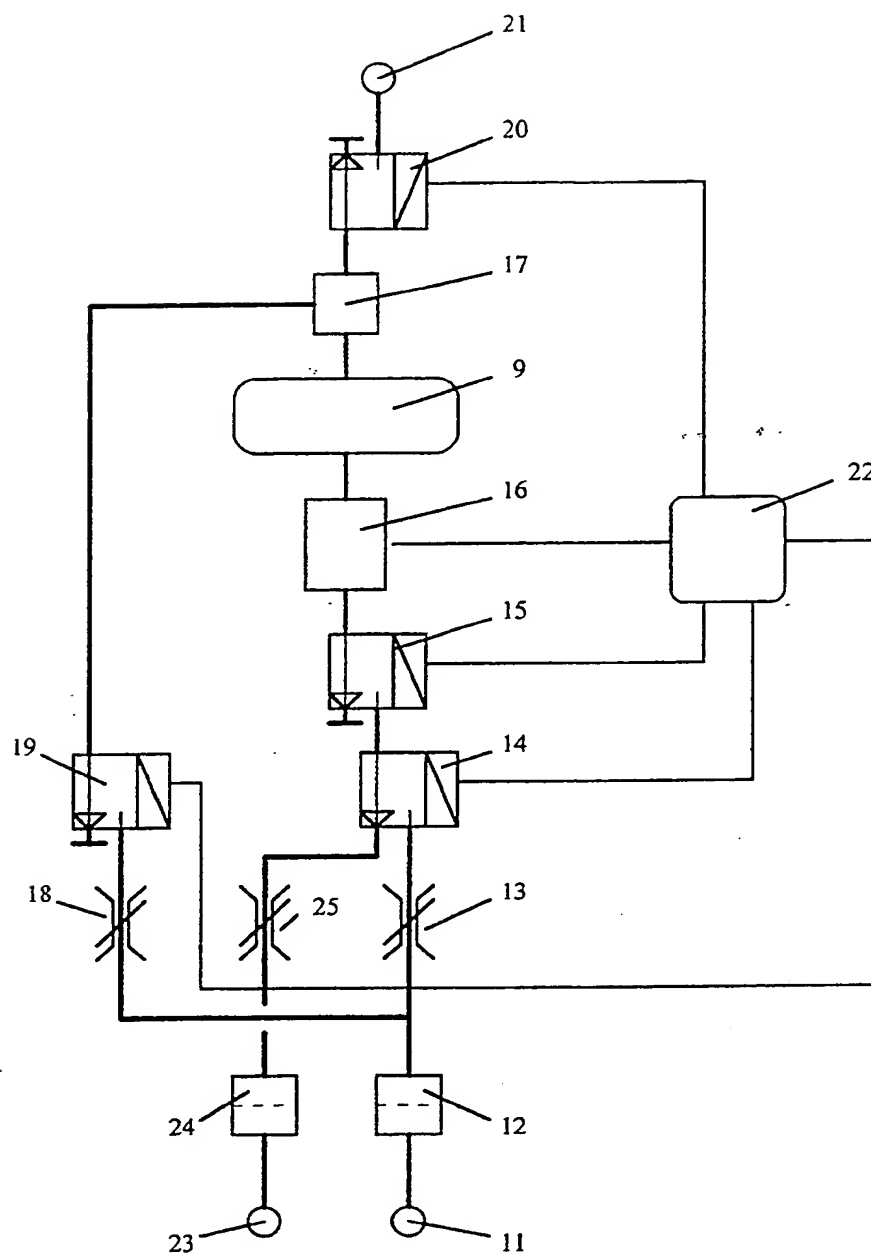


Fig. 3

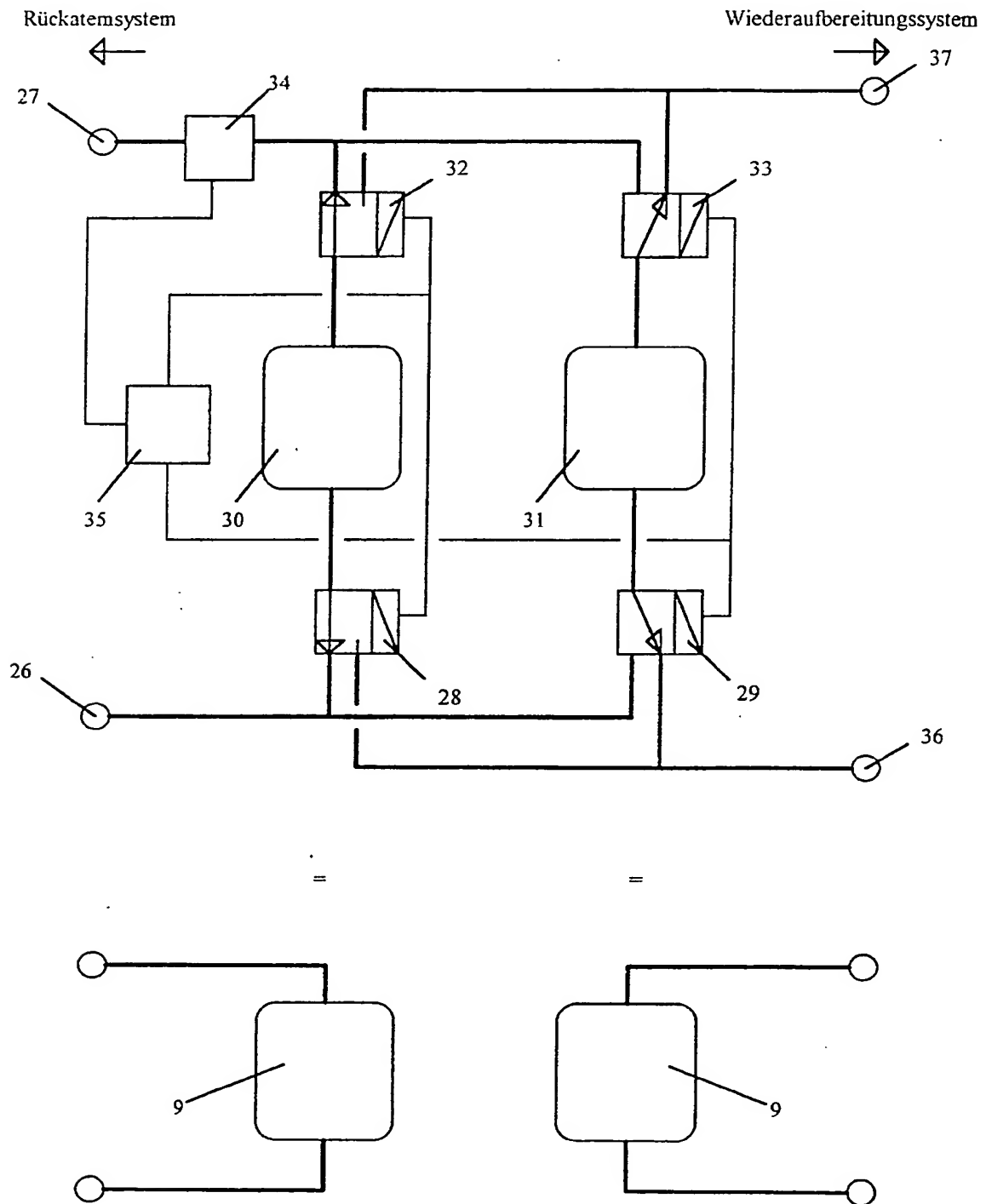


Fig. 4